

Efecto de las oscilaciones atmosféricas sobre las capturas de Grandes Migradores Pelágicos con interés pesquero

Atmospheric oscillations effect on migratory large pelagic species with fishing interest

C. J. Rubio, D. Macías & J. C. Báez

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pesquero s/n, ES-29640 Fuengirola. España. E-mail: carlos.j.rubio.86@gmail.com

Abstract: Tunas and related species are considered Highly Migratory Pelagic animals (HMP) with a high fisheries interest and an important commercial value. Many authors have highlighted the effect of climatic oscillation such as NAO (North Atlantic Oscillation) and AO (Arctic Oscillation) on HMP. In this paper we analyzed the differential effect of these oscillations on three HMP: albacore (*Thunnus alalunga*), yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and swordfish (*Xiphias gladius*). Fisheries data for the Spanish fleet from North Atlantic area were obtained from International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). Data since 1950 for albacore, 1962 for yellowfin tuna and 1950 for swordfish, from different gears: troll (TROL), purse seine (PS), longline (LL) and bait boat (BB) were analyzed. We used the nonparametric test U Mann Whitney to test the relationships between species, gear and oscillation phases (positive or negative) of NAO and AO. Our results indicated that the landings of albacore caught with TROL increased with the positive phase of AO and AOw. The landing of swordfish caught with LL in the North Atlantic and Mediterranean Sea significantly increased with the positive phase of AO, AOw, and NAOw. Finally, the landing of yellowfin tuna caught with PS in the East Atlantic increased significantly with the positive phase of NAOw, and LL landing increased with the negative phase of NAOw. The inclusion of the climate effects on the standardization of abundance indexes used in the assessment of HMP could improve its results and catch projections.

Key words: Climate oscillation, Pelagic migratory species, Gear, North Atlantic

1. INTRODUCCIÓN

El componente atmosférico de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO de sus siglas en inglés *North Atlantic Oscillation*) se refiere a una oscilación meridional entre el anticiclón de las Azores y la región de bajas presiones cerca de Islandia. Se trata de la mayor fuente de variabilidad, tanto estacional como interanual, de la circulación atmosférica en el Atlántico Norte (Hurrell, 1995). Parte del Atlántico y mares adyacentes responden rápida y localmente a la NAO variando la temperatura superficial del mar, la profundidad de la capa de mezcla, el contenido de calor del océano, el grosor de la cubierta del hielo marino y la circulación de las corrientes superficiales, además de la intensidad y dirección de los vientos predominantes (Visbeck *et al.*, 2001). Se ha documentado una fuerte asociación entre la variabilidad de la NAO y cambios en los diferentes niveles tróficos de los ecosistemas marinos del Atlántico Norte (Borja & Santiago, 2002). Recientes estudios geofísicos han puesto de manifiesto la fuerte relación existente entre la NAO y la Oscilación del Ártico (AO, de sus siglas en inglés *Arctic Oscillation*)

(Overland *et al.*, 2010). La AO, al igual que la NAO puede ser positiva o negativa. Durante sus fases positivas se establecen tormentas en el Atlántico Norte, y en la cuenca mediterránea prevalecerán las sequías, estableciéndose vientos predominantes de componentes oeste. Durante la fase negativa el aire frío continental se sumerge en el medio oeste de América del norte y Europa occidental, mientras que las tormentas traen las lluvias a la región mediterránea (Overland *et al.*, 2010).

Éstas oscilaciones tienen un efecto sobre las rutas de los grandes pelágicos migrantes (GPM), los cuales parecen ser especialmente sensibles a los cambios producidos por estas oscilaciones (Báez *et al.*, 2014).

El listado de estas especies GPM se da en el Anexo 1 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (*United Nations Convention on the Law of the Sea*, UNCLS), e incluye 11 especies de túnidos (Scombridae), 12 especies de peces de pico (Istiophoridae, Xiphiidae), palometas, 4 especies de saurios, dorados (*Coryphaena* spp.), tiburones oceánicos y algunas especies de cetáceos. De entre

todos los GPM los túnidos son los que presentan mayor importancia pesquera, de hecho el atún listado (*Katsuwonus pelamis*) y el rabil (*Thunnus albacares*) están entre las diez especies con mayor volumen de captura del mundo (FAO, 2010). Por otra parte, especies de GPM como el atún rojo (*Thunnus thynnus*) o el pez espada (*Xiphias gladius*) presentan los mayores valores de venta a nivel mundial (FAO, 2010). Dada su importancia económica y su amplia distribución geográfica que supera los límites de las aguas nacionales, la pesca de los túnidos y especies afines se regula en el Atlántico por la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT, por sus siglas en inglés *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*) (<http://www.iccat.es/en/>).

Muchos autores han señalado que los GMP podrían responder a la NAO y AO, alterando su abundancia (Báez *et al.*, 2011), distribución, reclutamiento (Borja & Santiago, 2002; Mejuto, 2003; Goñi & Arrizabalaga, 2005; Gancedo *et al.*, 2009) y condición física (Báez *et al.*, 2013). Esta circunstancia podría tener efectos sobre sus pesquerías. Por ese motivo, desde la ICCAT se sigue recomendando el estudio y análisis de las relaciones entre el clima y la biología de los GMP.

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la NAO y AO sobre el rendimiento pesquero de tres GPM: atún blanco (*Thunnus alalunga*), rabil (*Thunnus albacares*) y pez espada (*Xiphias gladius*).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

ICCAT registra los datos de descarga declarados por los países miembros por arte y área (lo que se denomina tarea I). De entre todas las especies con datos disponibles en ICCAT, las que presentan mayor cantidad de información y presentan las series históricas más completas son: Atún blanco (*Thunnus alalunga*), Rabil (*Thunnus albacares*) y pez espada (*Xiphias gladius*).

Se han diferenciado dos stocks: Atlántico Norte y Mediterráneo, menos en el caso del rabil cuya distribución no incluye el Mediterráneo y para el cual se diferenció Atlántico este y oeste. Para crear una base de datos homogénea de descargas declaradas por España para el Atlántico norte y mar Mediterráneo por arte de pesca, los datos de descarga por cuadrícula se sumaron por año y arte para obtener las descargas totales por área, arte y año. Los datos de NAO y AO, se recopilaron en la página de la Administración Nacional del Océano y Atmosfera (NOAA, de sus siglas en inglés, National Oceanic and Atmospheric Administration): <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>

Se han usado para los análisis los datos promedio por año de la NAO y AO. Debido a que estas oscilaciones

presentan su máxima expresión durante el invierno, se han usado además los índices NAO y AO de invierno (NAO_w y AO_w). Estos índices se han calculado como el promedio del valor del índice entre los meses de noviembre a diciembre del año anterior a la descarga analizada y enero, febrero y marzo del año de descarga. A cada descarga por especie, arte y área de cada año se le adjudicó su valor de NAO, AO, NAO_w y AO_w correspondiente. Los valores de estos índices, además, se agruparon en dos categorías según la fase (positiva o negativa) en la que se encuentre cada uno de los índices climáticos considerados. Las diferencias en los valores medios de descarga, para las distintas fases de los índices climáticos se testaron mediante la prueba no paramétrica U de Mann Whitney, usando el programa de software libre PAST v. 3 (Hammer *et al.*, 2009).

3. RESULTADOS

3.1 Atún blanco

Para los artes que existen datos: curricán (TROL), cebo vivo (BB) y palangre (LL); solo se obtuvieron diferencias significativas en el caso del TROL (tabla I). Estas diferencias indicaban un aumento de los desembarques los años con la AO y AO_w en fase positiva. Los datos de atún blanco para el TROL, se recogen desde el año 1950 hasta el 2013, dentro de este periodo, 1958 fue el año con un mayor valor de capturas 25299 toneladas frente al 2011 donde solo se alcanzaron 3564,079 toneladas.

3.2 Rabil

Para el rabil se encontraron diferencias significativas para el Atlántico Este en los dos artes con capturas en las series históricas: palangre (LL) y cerco (PS). Mientras las capturas de cerco mostraban un aumento significativo los años con la NAO_w en fase positiva, el palangre mostraba capturas significativamente superiores los años con la NAO_w en fase negativa (tabla I). Las descargas de rabil se recogen desde el año 1960 hasta el 2013, dentro de este rango de años, 1980 fue el año con un mayor valor de capturas con 64031 toneladas frente al 1960 con 500 toneladas.

3.3 Pez espada

La serie histórica de desembarques de pez espada capturado con palangre de superficie se extiende desde 1950 hasta el 2013. 1987 fue el año con un mayor valor de capturas con 11134 toneladas frente al 1954 con 305 toneladas. Los desembarcos de esta especie tanto en el Atlántico como en el Mediterráneo mostraban un incremento significativo los años con AO, AO_w y NAO_w en fase positiva (Tabla I).

Tabla I. Resultados de la prueba U de Mann Whitney, para los valores medios de descarga de las distintas especies, agrupados en dos categorías según la fase en la que se encontraba cada uno de los índices climáticos. Clave: ATL (Atlántico norte), MED (Mediterráneo), TROL (curricán), LL (palangre), BB (cebo vivo), PS (cerco), otros (sin identificar), NAO (Oscilación del Atlántico Norte), NAOw (NAO de invierno), AO (Oscilación Ártica), AOw (AO de invierno).

	Región	Arte	Oscilación	Z	P valor
atún blanco	ATL	TROL	NAO _w	-1,896	0,058
			NAO	-0,85	0,3955
			AO _w	-2,019	0,043
			AO	-2,099	0,036
		LL	NAO _w	-0,509	0,611
			NAO	-1,161	0,2457
			AO _w	-0,092	0,9266
			AO	-0,766	0,4436
		BB	NAO _w	-1,049	0,2944
			NAO	-0,485	0,6278
			AO _w	-0,818	0,4136
			AO	-0,233	0,8159
rabil	MED	BB	NAO _w	-0,45	0,6527
			NAO	-0,38	0,7037
			AO _w	-0,776	0,4379
			AO	-0,122	0,9025
	ATL E	LL	NAO _w	-2,22	0,026
			NAO	-0,592	0,5538
			AO _w	-0,589	0,5557
			AO	-0,329	0,7422
		PS	NAO _w	-2,854	0,004
			NAO	-1,875	0,0608
			AO _w	-0,955	0,3396
			AO	-0,425	0,6711
	ATL W	LL	NAO _w	-0,087	0,9304
			NAO	-0,113	0,9097
			AO _w	-0,792	0,4281
			AO	-1,35	0,177
		PS	NAO _w	-0,714	0,475
			NAO	-1,327	0,1846
			AO _w	-0,274	0,7842
			AO	-0,274	0,7842
pez espada	ATL	LL	NAO _w	-2,919	> 0,01
			NAO	-1,861	0,0628
			AO _w	-2,311	0,021
			AO	-3,4	> 0,01
		otros	NAO _w	-1,874	0,0609
			NAO	-1,911	0,056
			AO _w	-2,623	0,0087
			AO	-2,267	0,023
	MED	LL	NAO _w	-0,979	0,3274
			NAO	-0,608	0,5432
			AO _w	-1,767	0,0772
			AO	-2,548	0,011
		otros	NAO _w	-0,071	0,9436
			NAO	-0,483	0,6295
			AO _w	-1,091	0,2751
			AO	-0,702	0,4828

4. DISCUSIÓN

Nuestros resultados indican que existe un efecto en los desembarques pesqueros mediado por las oscilaciones atmosféricas. En todas las especies se observaron resultados coherentes, salvo en el caso del rabil. Así, para esta especie se produce una incongruencia en los resultados obtenidos para los dos artes estudiados: palangre y cerco. Los desembarcos de palangre se incrementaban significativamente con la NAO_w en fase negativa, mientras los mayores desembarcos de cerco se producían con la NAO_w en fase positiva. Este resultado podría estar motivado, no por el efecto en el ecosistema de la NAO_w, sino por un efecto directo sobre la intensidad del esfuerzo de pesca. Sin embargo, sin los datos correspondientes de esfuerzo y el cálculo de las capturas por unidad de esfuerzo no es posible someter a prueba esta hipótesis.

En el caso atún blanco la fase positiva de la AO y AO_w fue la que reportó un mayor rendimiento pesquero. Esto podría deberse a que durante fases positivas de la AO se establecen tormentas en el Atlántico Norte (Ambaum *et al.*, 2001), lo que podría favorecer el aporte de nutrientes de las zonas epicontinentales y la mezcla de aguas, lo que a su vez podría incrementar la productividad y atraer al atún blanco a la zona de pesca.

El rendimiento pesquero para el pez espada fue mayor durante las fases positivas de la AO, NAO_w y AO_w, lo cual podría deberse a un incremento de la componente oeste de los vientos predominantes en el Atlántico Norte, lo cual podría favorecer la concentración de individuos en la zona de pesca.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el Instituto Español de Oceanografía en el programa de "Túndidos y especies afines" dentro del marco de la realización de la Tesis de Master. Agradecemos a nuestros compañeros del grupo de investigación el esfuerzo y dedicación que han puesto en la adquisición de los datos de campo que sostienen este trabajo y que constituyen una base de datos estratégica para los estudios interdisciplinares como el que ahora se presenta. Agradecemos a la Institución la oportunidad que nos ha brindado para poder realizar la Tesis de Master en el precitado grupo de investigación.

REFERENCIAS

- Ambaum, M.H.P., B.J. Hoskins & D.B. Stephenson (2001). Arctic Oscillation or North Atlantic Oscillation?. *Journal of Climate*, 14, 3495-3507.
- Báez, J.C., Bellido, J.J., Ferri-Yáñez, F., Castillo, J.J., Martín, J.J., Mons, J.L., Romero, D. & Real, R. (2011). The North Atlantic Oscillation and Sea Surface Temperature affect loggerhead abundance around the Strait of Gibraltar. *Scientia Marina*, 75, 571-575.

- Báez, J.C., Macías, D., De Castro, M., Gómez-Gesteira, M., Gimeno, L. & Real, R. (2013). Analysis of the effect of atmospheric oscillations on physical condition of pre-reproductive bluefin tuna from the Strait of Gibraltar. *Animal Biodiversity and Conservation*, 36, 225–233.
- Borja, A. & Santiago, J. (2002). Does the North Atlantic Oscillation control some processes influencing recruitment of temperate fishes? *Collective Volumen Scientific Papers, ICCAT*, 54, 964-984.
- FAO (2010). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2010*. Rome, FAO, 197 pp.
- Gancedo, U., E. Zorita, A.P. Solari, G. Chust, A.S. del Pino, J. Polanco & J.J. Castro (2009). What drove tuna catches between 1525 and 1756 in southern Europe? *ICES Journal of Marine Science*, 66, 1595-1604.
- Goñi, N. & H. Arrizabalaga (2005). Analysis of juvenile North Atlantic Albacore (*Thunnus alalunga*) catch per unit effort by surface gears in relation to environmental variables. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1475-1482.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9.
- Hurrell, J.W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science*, 269, 676–679.
- Mejuto, J. (2003). Recruit indices of the North Atlantic Swordfish (*Xiphias gladius*) and their possible link to atmospheric and oceanographic indicators during the 1982-2000 periods. *Collective Volumen Scientific Papers, ICCAT*, 55, 1506-1515.
- Overland, J.E., J. Alheit, A. Bakun, J.W. Hurrell, D.L. Mackas, A.J. Miller (2010). Climate controls on marine ecosystems and fish populations. *Journal of Marine Systems*, 79, 305-315.
- Visbeck, M.H., J.W. Hurrell, L. Polvani & H.M. Cullen (2001). The North Atlantic Oscillation: Past, present, and future. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, 12876-12877.